

Análise de benefício-custo em práticas de produção mais limpa em uma empresa da cadeia moveleira do Brasil

Fernando Ben (UCS) - fernandb@terra.com.br

Vania Elisabete Schneider (UCS) - veschnei@ucs.br

Resumo:

A crescente preocupação com a preservação ambiental requer a realização de análises de caráter econômico que evidenciem o benefício-custo das ações realizadas. No campo ambiental, observa-se a introdução de práticas de produção mais limpa no ambiente fabril, as quais apresentam relação direta com o desempenho ambiental. Nesta perspectiva, o artigo objetiva avaliar o índice de benefício-custo em práticas de produção mais limpa no ambiente industrial. Para tanto, fez-se uma pesquisa exploratória, por meio de um estudo de caso em indústria gaúcha, com abordagem qualitativa e quantitativa dos dados. Foram analisados quatro casos de produção mais limpa introduzidos no ambiente organizacional, onde foram evidenciados e quantificados os benefícios ambientais tangíveis de tais práticas, confrontando os mesmos com os custos operacionais ambientais associados. Como resultado da pesquisa, apesar de estarem em graus diferentes nesse sentido, tem-se que os quatro casos analisados apresentam os benefícios superiores aos custos, em virtude dos IBC apresentados. Conclui-se que as práticas de produção mais limpa introduzidas no ambiente fabril contribuem favoravelmente tanto para a minimização dos impactos da atividade operacional sobre o meio ambiente como para otimizar o resultado econômico da organização.

Palavras-chave: *Produção Mais Limpa. Índice Benefício-Custo. Custos Operacionais Ambientais.*

Área temática: *Gestão de Custos Ambientais e Responsabilidade Social*

Análise de benefício-custo em práticas de produção mais limpa em uma empresa da cadeia moveleira do Brasil

Resumo

A crescente preocupação com a preservação ambiental requer a realização de análises de caráter econômico que evidenciem o benefício-custo das ações realizadas. No campo ambiental, observa-se a introdução de práticas de produção mais limpa no ambiente fabril, as quais apresentam relação direta com o desempenho ambiental. Nesta perspectiva, o artigo objetiva avaliar o índice de benefício-custo em práticas de produção mais limpa no ambiente industrial. Para tanto, fez-se uma pesquisa exploratória, por meio de um estudo de caso em indústria gaúcha, com abordagem qualitativa e quantitativa dos dados. Foram analisados quatro casos de produção mais limpa introduzidos no ambiente organizacional, onde foram evidenciados e quantificados os benefícios ambientais tangíveis de tais práticas, confrontando os mesmos com os custos operacionais ambientais associados. Como resultado da pesquisa, apesar de estarem em graus diferentes nesse sentido, tem-se que os quatro casos analisados apresentam os benefícios superiores aos custos, em virtude dos IBC apresentados. Conclui-se que as práticas de produção mais limpa introduzidas no ambiente fabril contribuem favoravelmente tanto para a minimização dos impactos da atividade operacional sobre o meio ambiente como para otimizar o resultado econômico da organização.

Palavras-chave: Produção Mais Limpa. Índice Benefício-Custo. Custos Operacionais Ambientais.

Área Temática: Gestão de Custos Ambientais e Responsabilidade Social

1 Introdução

Conforme Ben (2007, p. 18), a questão ambiental vem adquirindo uma importância muito grande em todas as atividades realizadas pelo homem. Nos dias atuais, uma empresa de grande ou pequeno porte que ignora a relevância dos impactos ambientais que suas atividades podem causar ao meio ambiente está determinando o limite de sua existência e, ao mesmo tempo, perdendo a possibilidade de colocar a empresa em grande vantagem competitiva no mercado em que atua.

Conforme Hansen e Mowen (2001, p. 565), a gestão ambiental responsável é um foco importante para muitas empresas. Na verdade, muitas delas gastam volumes consideráveis de recursos a cada ano em atividades ambientais. Porém, muitas vezes as decisões ambientais são tomadas com pouco apoio do sistema de informações da gestão de custos. Nesse sentido, Barbieri (2004, p. 99) argumenta que a solução dos problemas ambientais, ou sua minimização, exige uma nova atitude dos empresários e administradores, que devem passar a considerar o meio ambiente em suas decisões e adotar concepções administrativas e tecnológicas que contribuam para ampliar a capacidade de suporte do planeta.

Com base na metodologia proposta por Ben (2007), o objetivo deste trabalho é realizar análises de benefício-custo em quatro casos de implantação de práticas de produção mais limpa em uma empresa da cadeia moveleira brasileira. Quanto à natureza do trabalho, o mesmo é classificado como pesquisa aplicada, uma vez que objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática de um modelo de gestão ambiental para o ambiente industrial, enfatizando nos aspectos econômicos integrados de tal gestão, dirigidos à solução de problemas específicos, envolvendo verdades e interesses locais. Já do ponto de vista da forma

de abordagem do problema, o trabalho apresenta características qualitativas, analisando práticas adotadas nas empresas, o tipo de resíduo apresentado e demais evidências desse tipo; e características quantitativas, interpretando fenômenos e atribuindo significado ao ambiente natural como fonte de dados, permitindo a análise e interpretação. Quanto aos procedimentos técnicos, o trabalho se classifica como (i) bibliográfica, por ter sido baseada em material já publicado, constituído de livros, artigos de periódicos e materiais disponibilizados na internet, (ii) levantamento, por envolver a interrogação direta de pessoas durante o estudo de caso proposto para avaliar a implantação e manutenção das ferramentas estruturadas no modelo a ser apresentado neste trabalho e (iii) estudo de caso, por realizar um estudo de caso abordando a aplicação das variáveis analisadas em uma empresa.

2 Referencial teórico

Produção Mais Limpa (P+L), de acordo com o CNTL (2003), significa a aplicação contínua de uma estratégia econômica, ambiental e tecnológica integrada aos processos e produtos, a fim de aumentar a eficiência no uso de matérias-primas, água e energia através da não geração, minimização ou reciclagem de resíduos gerados em todos os setores produtivos. As tecnologias ambientais convencionais trabalham principalmente no tratamento de resíduos e emissões existentes, atuando no final do processo de produção (técnicas de fim-de-tubo). Estas tecnologias são caracterizadas por despesas adicionais para a empresa, como por exemplo, a colocação de filtros e as estações de tratamento. A produção mais limpa, por sua vez, integra os objetivos ambientais ao processo.

Conforme Huarng et al. (1999) para melhorar a qualidade e reduzir custos, os empregados e a alta administração precisam estar bastante motivados para superar os seus limites. Vickers et al. (1999) afirmam que quanto mais disseminado o envolvimento com a aprendizagem, maior a probabilidade que as rotinas e métodos da P+L sejam assimilados e continuamente melhorados. Essa tecnologia apresenta várias vantagens quando comparada às tecnologias de fim de tubo, são elas: reduz a quantidade de materiais e energia usados, apresentando assim um potencial para soluções econômicas; devido a uma intensa exploração do processo de produção, a minimização de resíduos, efluentes e emissões geralmente induz a um processo de inovação dentro da empresa; a responsabilidade pode ser assumida para o processo de produção com um todo e os riscos no campo das obrigações ambientais e da disposição de resíduos podem ser minimizados; a minimização de resíduos, efluentes e emissões é um passo em direção a um desenvolvimento sustentável (CNTL, 2003).

Segundo Lerípio (2001, p. 24), a produção mais limpa está baseada na aplicação de uma estratégia ambiental preventiva integrada para aumentar a ecoeficiência e reduzir os riscos para os seres humanos e para o meio ambiente. Foi introduzida em 1989 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA).

A produção mais limpa focaliza a redução dos impactos ao longo de todo o ciclo de vida do produto, da extração da matéria-prima até a disposição final, e inclui a abordagem ambiental no design e na execução dos serviços. O conceito de tecnologia limpa (*clean technology*) deveria alcançar três propósitos distintos, porém complementares: lançar menos poluição ao meio ambiente; gerar menos resíduos; consumir menor quantidade de recursos naturais, principalmente os não-renováveis.

Na realidade, todos os resíduos que a empresa necessita tratar, armazenar ou dispor representam recursos que foram investidos em matérias-primas, mão-de-obra, energia e demais insumos utilizados no processo produtivo e que não foram convertidos em produto final. A partir desta constatação, estabelece-se o princípio básico da P+L: reduzir ou eliminar a poluição durante o processo de produção, não no seu final.

Conforme a NBR 1004:2004, são denominados resíduos sólidos industriais os resíduos em estado sólido e semi-sólido (pastoso) que resultam em atividade industrial, incluindo-se os lodos provenientes das estações de tratamento de efluentes, aqueles gerados em equipamentos de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos, ou exijam, para isso, soluções economicamente inviáveis, em face da melhor tecnologia disponível. Segundo a mesma norma, os resíduos são classificados como:

- Resíduos Classe I – Perigosos
- Resíduos Classe II – Não Perigosos
 - Classe II A – Não Inertes
 - Classe II B – Inertes

Segundo a referida norma, os resíduos classificados como Classe I são aqueles que apresentam periculosidade ou uma das características descritas como de risco à saúde pública, risco ao meio ambiente, toxicidade, agente tóxico, toxicidade aguda, agente teratogênico, agente mutagênico, agente carcinogênico ou agente ecotóxico. Além disso, tais resíduos podem apresentar características como inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade ou patogenicidade. Por sua vez, os resíduos Classe II A são os resíduos que não se enquadram na Classe I – Perigosos ou de Resíduos Classe II B – Inertes, nos termos da norma. Estes resíduos podem ter propriedades tais como combustibilidade, biodegradabilidade ou solubilidade em água. Além disso, os resíduos Classe II B são aqueles que, submetidos ao teste de solubilização (NBR 10006), não tenham nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade da água. Exemplos destes resíduos são rochas, tijolos, vidros e certos plásticos e borrachas que não são facilmente decompostos.

Ressalta-se que produção mais limpa não é apenas um tema ambiental e econômico. A geração de resíduos em um processo produtivo, muitas vezes, está diretamente relacionada a problemas de saúde operacional e de segurança dos trabalhadores. Desenvolver produção mais limpa minimiza estes riscos, na medida em que são identificados matéria-prima, água, energia e auxiliares menos tóxicos, e significa uma opção ambiental e econômica definitiva. Por outro lado, diminuir os desperdícios implica em maior eficiência nos processos industriais e menores investimentos para soluções de problemas ambientais, contribuindo para a melhoria da relação custo-benefício da qualidade ambiental.

Através de programas de P+L, o Centro Nacional de Tecnologias Limpas - CNTL enfatiza a necessidade da busca de soluções definitivas para o problema da poluição ambiental. Este programa está voltado para as atividades de prevenção da poluição. Ele prevê a instalação de vários centros de produção mais limpa em países em desenvolvimento, os quais formarão uma rede de informações em P+L. No Brasil, desde 1995, o CNTL está sediado na Federação das Indústrias do Estado do Rio Grande do Sul (FIERGS), junto ao Departamento Regional do Rio Grande do Sul do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial (SENAI-RS). Esta posição é altamente privilegiada, pois a principal preocupação do CNTL é comprometer os empresários, principalmente da indústria, com a Produção Mais Limpa. Além disso, o SENAI-RS, além de ser uma instituição nacional voltada para formação de recursos humanos para a indústria, conta com uma estrutura de apoio tecnológico que atende todos os setores industriais brasileiros.

A avaliação ambiental é constituída tipicamente por análises de benefício-custo. Conforme Kraemer (2002, p. 101), a análise custo-benefício foi o primeiro método formal de avaliação ambiental conhecido, sendo ainda o mais aceito. Inicialmente foi desenvolvida para projetos de engenharia, principalmente estruturas hidráulicas. Hoje em dia, está sendo aplicado em outros campos, como a ordenação e a gestão dos recursos, os programas

educativos, os projetos de construção, entre outros. Quanto a seu objetivo, a análise custo-benefício visa determinar a eficiência econômica global de projetos de investimento públicos ou privados em obras infra-estruturais. Para tanto, atribui valor econômico a todos os efeitos dos projetos em estudo. Os efeitos negativos são encarados como custos e os positivos são tratados como benefícios. Assim, escolhe-se entre os vários projetos aquele que apresente a maior diferença positiva entre benefícios (econômicos ou sociais) e custos globais. De forma simplificada, este é o processo norteador das tomadas de decisão das empresas, que procuram maximizar o lucro no intuito de continuarem expandindo os negócios.

Ben (2007) apresenta uma metodologia para a determinação do índice de benefício-custo, o qual é obtido confrontando os benefícios ambientais tangíveis com os custos ambientais das práticas ambientais introduzidas no ambiente organizacional. Conforme apresentado pelo autor, o índice benefício-custo (IBC) é obtido pela divisão entre o valor dos benefícios ambientais e os custos ambientais. Dessa maneira, caso o IBC seja maior do que a unidade, o mesmo indica que os benefícios superam os custos da unidade analisada. Em alguns casos, a relação entre o benefício e o custo também é denominada de valor. Ao realizar tal análise, a empresa terá condições de avaliar as ações ou investimentos em termos econômicos, com base práticas ambientais inseridas no ambiente organizacional. Assim, pode-se concluir pela viabilidade ou não na realização dos mesmos, considerando os aspectos econômicos tangíveis inseridos nas análises. A Figura 1 apresenta a seqüência para a determinação do índice benefício-custo.



Figura 1 - Seqüência para determinação do índice benefício-custo

Com base nesse referencial, foram realizadas análises em uma empresa da cadeia moveleira localizada no Estado do Rio Grande do Sul, conforme apresentado na seqüência deste trabalho.

3 Realização do estudo de caso

Para a realização do estudo de caso deste trabalho, inicialmente foi realizado um diagnóstico inicial na empresa, com o objetivo de identificar no processo produtivo quais as práticas de P+L utilizadas pela mesma.

Os produtos elaborados pela empresa estudada são compostos pela linha de aramados para cozinhas, dormitórios, áreas de serviço, setor metal-mecânico e grades para ventiladores, sendo produzidas, em média, 900.000 peças por ano, baseada na atividade de fabricação de móveis de metal com terceirização e pintura. Através de ações voltadas a reduzir, reutilizar e reciclar, a empresa coloca como um de seus principais objetivos a conscientização para as melhorias ambientais. Baseado em seu programa de separação e reciclagem de produtos e resíduos, a empresa colabora e exerce sua tecnologia em prol de serviços nesse sentido. Assim, a empresa justifica que reduzir o desperdício, reutilizando sempre que possível e separando os materiais reciclados para a coleta seletiva são ações para redução no volume de resíduos.

A empresa investe tanto no desenvolvimento de seus empregados, assim como em projetos sociais e culturais da região onde está inserida. Destaque especial deve ser oferecido ao fato de a empresa realizar ações junto ao Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL).

Com a mudança da fábrica para uma nova unidade fabril, no ano de 2005 algumas melhorias foram possíveis de serem implementadas. A primeira delas foi referente ao *layout* da fábrica, em virtude das instalações anteriores não possibilitar condições para tanto. Entretanto, a melhoria mais significativa foi observada na substituição do sistema de pintura, o qual era realizado através de banhos por imersão e passou a ser realizado através do sistema de *spray*. A empresa desenvolveu um sistema de captação de água pluvial, onde armazena 95 m³ de água. Esta água é recolhida da chuva e é misturada com a água resultante do tratamento de superfície das peças fabricadas na empresa. A idéia veio para comprovar a preocupação da empresa em conservar o meio ambiente, além de utilizar de forma mais racional os recursos que a natureza oferece. Esta água é reutilizada em todos os sanitários, no complemento dos tanques do tratamento de superfície, torneiras externas, na refrigeração de máquinas de solda ponto e no sistema de prevenção de incêndios.

3.1 Análise de benefício-custo na empresa estudada

Nesta fase do estudo são confrontados os benefícios evidenciados em função da presença de elementos ambientais na empresa com os custos decorrentes dos mesmos. Para tanto, são analisados quatro casos observados na empresa, representados pelos casos da implantação da cisterna, o caso dos panos e luvas, o caso do óleo contido no arame adquirido e o caso da linha de fosfatização por *spray*.

3.1.1 Caso da implantação da cisterna

Conforme apresentado no item 3, a empresa implantou uma cisterna para captação de água pluvial, a qual apresenta capacidade de armazenamento de 95.000 litros de água.

Em decorrência da realização desse investimento, podem ser estimados os benefícios decorrentes do mesmo. No caso analisado, o principal benefício tangível observado é a não-necessidade de aquisição de água da rede pública, uma vez que é utilizada a água pluvial para as atividades específicas já apresentadas. Assim, a Tabela 1 apresenta a análise dos benefícios projetados para o período de 10 anos, sendo posteriormente os valores atualizados a valor presente, utilizando uma TMA de 12% ao ano, conforme apresentado por Ben (2007).

Tabela 1 - Determinação do benefício ambiental da cisterna

Período	Não-Aquisição Água	Benefício Total	Benefício Total a PV
1	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 3.931,79
2	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 3.510,52
3	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 3.134,39
4	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 2.798,57
5	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 2.498,72
6	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 2.231,00
7	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 1.991,96
8	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 1.778,54
9	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 1.587,98
10	R\$ 4.403,60	R\$ 4.403,60	R\$ 1.417,84
TOTAL	R\$ 44.035,99	R\$ 44.035,99	R\$ 24.881,32

O valor do benefício gerado pela não-aquisição de água foi calculado no valor do m³ de água multiplicado pela quantidade de m³ economizados anualmente com a introdução da cisterna para captação de água.

Conforme análise realizada através do *Activity-Based Costing* (ABC), a atividade de armazenamento da água pluvial, a qual é realizada na cisterna instalada na empresa apresenta um custo mensal de R\$ 234,27, constituindo-se na terceira atividade mais onerosa apresentada pela empresa. Neste valor, estão considerados todos os gastos relativos à execução dessa atividade. Para a determinação do índice benefício-custo, torna-se necessário estimar os custos referentes à implantação do sistema de armazenamento de água pluvial. Assim, a Tabela 2 apresenta a determinação do custo anual do mesmo. Para a determinação de tais valores, foi anualizado o valor referente a tal atividade. Posteriormente, para viabilizar a comparabilidade dos valores com os benefícios estimados, os mesmos foram projetados para o período de 10 anos e, posteriormente, trazidos a valor presente com base em uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 2 - Determinação dos custos anuais da cisterna

Período	Custo Total	Custo a PV
1	R\$ 2.811,20	R\$ 2.510,00
2	R\$ 2.811,20	R\$ 2.241,07
3	R\$ 2.811,20	R\$ 2.000,96
4	R\$ 2.811,20	R\$ 1.786,57
5	R\$ 2.811,20	R\$ 1.595,15
6	R\$ 2.811,20	R\$ 1.424,24
7	R\$ 2.811,20	R\$ 1.271,64
8	R\$ 2.811,20	R\$ 1.135,40
9	R\$ 2.811,20	R\$ 1.013,75
10	R\$ 2.811,20	R\$ 905,13
TOTAL	R\$ 28.112,00	R\$ 15.883,91

Depois de obtidos os valores do benefício e do custo inerente à realização de tal investimento na empresa, a Tabela 3 apresenta a confrontação de tais valores, obtendo assim a determinação do índice benefício-custo dessa atividade.

Tabela 3 - Índice benefício-custo no armazenamento de água pluvial

Benefício Ambiental	R\$ 24.881,32
Custo Armazenagem Água Pluvial	R\$ 15.883,91
Índice Benefício-Custo	1,57

Conforme apresentado, em função de o índice benefício-custo ter apresentado valor acima da unidade, constata-se que os benefícios são maiores do que os custos inerentes à realização desse investimento, o que mais uma vez comprova a viabilidade da manutenção dessa atividade na empresa.

3.1.2 Caso do arame

O caso do plástico que envolvia os arames adquiridos para o processo produtivo igualmente é relevante na empresa estudada. A mesma gerava mensalmente 230 kg de

plástico com óleo, sendo os mesmos encaminhados para aterro de resíduos industriais perigosos (ARIP) como resíduo Classe I. Para a disposição desses resíduos no aterro, a empresa gastava R\$ 3.073,60 por ano. No mesmo sentido, o arame igualmente estava envolto em óleo protetivo. Assim, tal óleo necessitava ser retirado do arame com a utilização de produtos químicos. Como resíduo do processo produtivo, a empresa necessitava tratar esse efluente líquido, restando a borra que era encaminhada igualmente para o ARIP. Após análises realizadas, a empresa optou por substituir a matéria-prima, na lógica da produção mais limpa, conforme apresentado na Figura 2.



Figura 2 - Lógica de produção mais limpa aplicada no caso do arame na empresa estudada

Na substituição de matéria-prima introduzida, foi postulado junto ao fornecedor o envio do arame protegido em óleo mineral, como alternativa àquele utilizado até então. A substituição do óleo protetivo se deve em função do óleo mineral apresentar características de solubilidade em água, fator esse que demanda um menor esforço para tratamento de efluentes gerados no processo produtivo. Além disso, o plástico que envolve o arame apresenta condições de envio para a reciclagem, em função do mesmo apresentar-se livre de contaminações. Destaca-se que, apesar da substituição do óleo protetivo, o substituto apresenta idênticas características de proteção ao arame adquirido.

Como decorrência de tal alteração, o arame que passou a ser enviado apresentava características bastante diferenciadas da situação anteriormente observada, tendo uma aparência mais limpa. Contudo, a grande vantagem de tal alteração não se restringe à aparência. Em função das características físico-químicas apresentada pelo plástico com óleo mineral, não mais necessitava a empresa enviar 7,68 m³ de plástico sujo com óleo vegetal para ARIP, como resíduo Classe I. Na nova situação, o plástico é segregado e enviado para reciclagem, resultando em uma receita para a empresa. Além disso, em função das características químicas do óleo mineral, o custo de tratamento dos efluentes ficou bastante reduzido, apresentando agora uma média de 1 m³ de resíduo Classe I por ano. Assim, a Tabela 4 apresenta a determinação dos benefícios anuais projetados para o período de 10 anos, apresentados em função da introdução de tal melhoria no ambiente produtivo, os quais foram trazidos a valor presente considerando uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 4 - Determinação do benefício ambiental no caso do arame

Período	Redução na Destinação dos Resíduos	Redução nos Tempos dos Banhos	Receita de Reciclagem do Plástico	Total	Total a PV
1	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 20.311,25
2	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 18.135,04
3	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 16.192,00
4	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 14.457,15
5	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 12.908,17
6	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 11.525,15
7	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 10.290,31
8	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 9.187,78
9	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 8.203,37
10	R\$ 3.073,60	R\$ 19.575,00	R\$ 100,00	R\$ 22.748,60	R\$ 7.324,44
TOTAL	R\$ 30.736,00	R\$ 195.750,00	R\$ 1.000,00	R\$ 227.486,00	R\$ 128.534,66

No mesmo sentido, foram estimados os custos inerentes à implantação de tal melhoria no processo produtivo, conforme apresentado na Tabela 5. Observa-se que o valor para implantação é bastante reduzido, o qual foi decorrente de pequenos ajustes de rotinas na empresa. Assim, o valor foi projetado para o período de 10 anos, com base na TMA de 12% ao ano, resultando conforme segue.

Tabela 5 - Determinação do custo no caso do arame

Período	Custo	Custo a PV
1	R\$ 102,33	R\$ 91,37
2	R\$ 102,33	R\$ 81,58
3	R\$ 102,33	R\$ 72,84
4	R\$ 102,33	R\$ 65,03
5	R\$ 102,33	R\$ 58,06
6	R\$ 102,33	R\$ 51,84
7	R\$ 102,33	R\$ 46,29
8	R\$ 102,33	R\$ 41,33
9	R\$ 102,33	R\$ 36,90
10	R\$ 102,33	R\$ 32,95
TOTAL	R\$ 1.023,30	R\$ 578,19

Conforme apresentado na metodologia proposta por Ben (2007), depois de determinados os custos e os benefícios, pode-se determinar o índice benefício-custo, o qual é apresentado na Tabela 6.

Tabela 6 - Determinação do índice benefício-custo no caso do arame

Benefício Ambiental	R\$ 128.534,66
Custo Ambiental	R\$ 578,19
Índice Benefício-Custo	222,31

Em função do elevado valor apresentado na relação benefício-custo da introdução de tal melhoria no processo produtivo, resta evidenciada a relevância de tal melhoria, uma vez que os benefícios são largamente superiores aos custos apresentados.

3.1.3 Caso da Linha de *Spray*

No âmbito da produção mais limpa, observa-se a mudança no sistema de fosfatização dos produtos. A empresa, para realizar essa fosfatização, utilizava um sistema composto por 7 tanques, onde eram realizados banhos de imersão dos produtos para que os mesmos fossem fosfatizados. No desenvolvimento das atividades nesse processo, onde eram fosfatizados em média 200 m² de produtos por dia, a empresa utilizava aproximadamente 24.000 litros de água por mês, os quais, depois de retirados dos tanques de fosfatização, eram encaminhados para a estação de tratamento de efluentes da empresa, gerando resíduos Classe II que eram encaminhados para o aterro de resíduos industriais.

Ao transferir a atividade fabril para a nova unidade industrial, a empresa alterou o sistema de fosfatização, introduzindo cabines de *spray* para realizar tal processo. Assim, contando com uma monovia que conduz as peças para as cabines, são aplicados por *spray* o desengraxante e o fosfatizador. O processo é realizado em ciclo fechado, onde o produto que não é aplicado à peça é reutilizado para a fosfatização de outro produto. Além disso, a pressão e a alta temperatura com que os produtos são aplicados elimina eventuais sujeiras que estejam presentes, além de realizar o tratamento adequado, preparando a peça para a pintura.

Com as melhorias introduzidas nesse novo arranjo industrial, várias melhorias foram possíveis de ser constatadas. Uma delas é a redução no volume de resíduos, uma vez que não mais é necessário tratar aquela quantidade de água utilizada anteriormente. O sistema novo utiliza aproximadamente 350 litros de água por hora, sendo que grande parte desta evapora no interior do equipamento e não deixa resíduo. A água resultante do processo de fosfatização é encaminhada para a estação de tratamento de efluentes. Entretanto, nesse novo processo, durante 30 meses foram gerados apenas 1 m³ de resíduo. Destaca-se que essa redução no volume de resíduos é ainda mais relevante se comparada à atual produção de 420 m² de peças por dia com aquela anteriormente elaborada.

Para a determinação do benefício ambiental trazido em função da implementação deste projeto, foram estimados os benefícios anuais decorrentes. O primeiro benefício ambiental identificado foi a redução no volume de água utilizada no processo produtivo, uma vez que o sistema de *spray* utiliza uma menor quantidade de água, quando comparada com o sistema anterior que utilizava tanques de imersão de peças, onde periodicamente a água necessitava ser trocada e enviada para a estação de tratamento de efluentes líquidos.

Em função de uma menor quantidade de produtos utilizados no decorrer do processo de fosfatização, o novo sistema implantado demandou uma menor quantidade de produtos químicos consumidos durante o processo de fosfatização. Finalmente, outro benefício evidenciado foi a redução no gasto com armazenagem de resíduos em ARIP. Tal fato se deve em função de o processo por *spray*, por utilizar uma menor quantidade de água no processo de fosfatização, gera uma quantidade menor de efluentes líquidos, gerando, assim, uma menor quantidade de resíduos.

Com base nos dados apurados neste caso, a Tabela 7 apresenta a tabela considerando tais variáveis, sendo determinado o benefício total a valor presente com base em uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 7 - Determinação do benefício da linha de *spray*

Período	Redução no Gasto com Tratamento de Efluentes	Redução no Gasto Armazenagem de Resíduos	Ganho de Produtividade	Benefício Total	Benefício Total a PV
1	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 55.896,78
2	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 49.907,84
3	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 44.560,57
4	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 39.786,22
5	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 35.523,41
6	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 31.717,33
7	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 28.319,05
8	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 25.284,86
9	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 22.575,77
10	R\$ 4.439,90	R\$ 1.560,10	R\$ 56.604,39	R\$ 62.604,39	R\$ 20.156,94
TOTAL	R\$ 44.399,00	R\$ 15.601,00	R\$ 566.043,91	R\$ 626.043,91	R\$ 353.728,77

Da mesma forma como realizado nos casos anteriores, foram determinados os custos decorrentes da linha de *spray*, os quais estão apresentados na Tabela 8. Tais valores foram estimados em função dos valores despendidos anualmente para a operacionalização da linha de *spray* na empresa estudada.

Tabela 8 - Custo da linha de *spray*

Período	Custo Total	Custo a PV
1	R\$ 5.000,00	R\$ 4.464,29
2	R\$ 5.000,00	R\$ 3.985,97
3	R\$ 5.000,00	R\$ 3.558,90
4	R\$ 5.000,00	R\$ 3.177,59
5	R\$ 5.000,00	R\$ 2.837,13
6	R\$ 5.000,00	R\$ 2.533,16
7	R\$ 5.000,00	R\$ 2.261,75
8	R\$ 5.000,00	R\$ 2.019,42
9	R\$ 5.000,00	R\$ 1.803,05
10	R\$ 5.000,00	R\$ 1.609,87
TOTAL	R\$ 50.000,00	R\$ 28.251,12

Para a obtenção do índice benefício-custo da implantação da linha de fosfatização por *spray*, apresenta-se na Tabela 9 a confrontação entre os valores obtidos.

Tabela 9 - Índice benefício-custo na linha de *spray*

Benefício Ambiental	R\$ 353.728,77
Custo Ambiental	R\$ 28.251,12
Índice Benefício-Custo	12,52

Em função de o IBC da linha de *spray* se apresentar com valor superior à unidade, fica evidenciada a viabilidade da implantação e operacionalização de tal projeto, uma vez que os benefícios são maiores do que os custos decorrentes do mesmo.

3.1.4 Caso dos Panos e Luvas

Outro caso de produção mais limpa se observa no caso dos panos e luvas utilizados no processo produtivo. A empresa adquiria esses produtos, distribuía aos funcionários para a utilização no processo produtivo e, depois de usados tais itens, os mesmos eram encaminhados para o aterro de resíduos sólidos. Em função das características dos resíduos impregnados nos panos e luvas, basicamente compostos por óleos, os mesmos eram classificados como resíduo de Classe I. Em função dos valores envolvidos, a empresa passou a alugar os panos e luvas de uma empresa fornecedora de tais itens, onde a mesma recolhe os panos e luvas usados e deixam outros limpos. Dessa forma, apesar da empresa não ter resolvido o problema da geração dos resíduos, a mesma não necessita mais dispor tais itens em aterro industrial.

Como apresentado anteriormente, a empresa utiliza panos e luvas para a operacionalização do processo produtivo. Tais insumos são necessários para a manipulação das matérias primas pelos operadores, bem como para a limpeza de eventuais vazamentos ou derramamentos de óleos utilizados na produção.

Em função da utilização, periodicamente estes insumos necessitam ser substituídos por panos e luvas limpos, devendo os sujos serem enviados para disposição em ARIP como resíduo Classe I, em função de estarem impregnados de óleos que apresentam características que demandam tal disposição.

Como alternativa a essa situação, a empresa passou a alugar os panos e luvas de uma empresa fornecedora, a qual fornece tais insumos para utilização e recolhe aqueles que se apresentam sem condições de uso. Apesar de não estar eliminando o resíduo, apenas deslocando o mesmo para outro elo da cadeia produtiva, é avaliado nessa análise o benefício-custo de tal alteração. O benefício direto evidenciado nessa situação é a não-necessidade de envio dos panos e luvas para disposição em ARIP. Nesse sentido, a Tabela 10 apresenta a projeção dos benefícios para o período de 10 anos, trazidos os mesmos para valor presente através de uma TMA de 12% ao ano.

Tabela 10 - Determinação do benefício no caso dos panos e luvas

Período	Não-Disposição em ARIP	Não-Aquisição de Panos e Luvas	Benefício Total	Benefício Total a PV
1	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 2.303,57
2	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 2.056,76
3	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.836,39
4	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.639,64
5	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.463,96
6	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.307,11
7	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.167,06
8	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 1.042,02
9	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 930,37
10	R\$ 1.025,32	R\$ 1.554,68	R\$ 2.580,00	R\$ 830,69
TOTAL	R\$ 10.253,20	R\$ 15.546,80	R\$ 25.800,00	R\$ 14.577,58

No caso dos panos e luvas, os custos mensais decorrentes do tratamento desses insumos pela empresa através do aluguel dos mesmos de uma empresa fornecedora foi calculado com base no valor pago para a empresa recolher os panos e luvas. Assim, os custos anuais projetados para o período de 10 anos estão apresentados na Tabela 11, obedecendo aos mesmos critérios de atualização apresentados anteriormente.

Tabela 11 - Determinação dos custos no caso dos panos e luvas

Período	Custo Total	Custo a PV
1	R\$ 1.200,00	R\$ 1.071,43
2	R\$ 1.200,00	R\$ 956,63
3	R\$ 1.200,00	R\$ 854,14
4	R\$ 1.200,00	R\$ 762,62
5	R\$ 1.200,00	R\$ 680,91
6	R\$ 1.200,00	R\$ 607,96
7	R\$ 1.200,00	R\$ 542,82
8	R\$ 1.200,00	R\$ 484,66
9	R\$ 1.200,00	R\$ 432,73
10	R\$ 1.200,00	R\$ 386,37
TOTAL	R\$ 12.000,00	R\$ 6.780,27

A Tabela 12 apresenta a determinação do índice benefício-custo no caso dos panos e luvas através da comparação entre os benefícios e os custos projetados.

Tabela 12 - Índice benefício-custo no caso dos panos e luvas

Benefício Ambiental	R\$ 14.577,58
Custo Ambiental	R\$ 6.780,27
Índice Benefício-Custo	2,15

Em função do IBC apresentado nesse caso, constata-se que os benefícios apresentados neste caso são maiores do que os custos apresentados, evidenciando assim a viabilidade de tal prática na empresa estudada.

3.1.5 Comparação entre os índices de benefício-custo obtidos

Uma vez determinados os IBC em cada projeto analisado, os mesmos podem ser comparados entre si. Assim, a Tabela 13 apresenta o ranking dos IBC nos quatro casos analisados.

Tabela 13 - Ranking dos IBC obtidos na empresa estudada

Classificação	Projeto	IBC
1º	Caso do arame	222,31
2º	Caso da linha de spray	12,52
3º	Caso dos Panos e Luvas	2,15
4º	Caso da cisterna	1,57

Com base nos dados apresentados, observa-se que o caso do arame apresentou uma relação benefício-custo bastante superior às demais analisadas. Tal fato se deve em função de tal projeto estar baseado na lógica da produção mais limpa, utilizando a substituição de matérias-primas por outras de menor impacto ambiental. Em função das características específicas da técnica da P+L, a empresa praticamente não necessitou despendar recursos para a operacionalização do projeto, apesar de o mesmo ter apresentado vantagens significativas para a empresa, fator este que influenciou na apresentação do IBC maior neste caso.

O caso da linha de *spray* apresentou-se com um IBC elevado em função dos benefícios apresentados principalmente pelos ganhos de produtividade introduzidos em decorrência de

tal investimento. Entretanto, destaca-se a participação relevante dos benefícios decorrentes diretamente das evidências ambientais, como a redução no gasto com o tratamento de efluentes e na redução no gasto com o armazenamento dos resíduos.

O caso dos panos e luvas igualmente apresentou IBC maior do que a unidade. Destaca-se que os benefícios evidenciados apresentam relação direta com as rotinas de P+L introduzidas na empresa. Entretanto, o IBC deste caso não se apresentou em patamares elevados, como o apresentado no caso do arame, que também apresenta lógica de P+L, em função de a empresa continuar despendendo valores para tanto, evidenciado pelo valor pago pela empresa nas atividades ambientais correspondentes.

Na última posição do ranking do IBC é apresentado o caso da cisterna. Tal fato se deve em função de o custo considerar as obras civis para tanto (cisterna), enquanto o benefício corresponder a não-necessidade de aquisição de água da rede pública.

Contudo, ressalta-se que todos os casos apresentam ainda benefícios intangíveis, os quais não foram considerados nesse modelo em função das restrições de escopo apresentadas. Entretanto, deve ser destacado que tais benefícios, apesar de intangíveis, apresentam vantagens tanto para a empresa como para o meio ambiente.

5.6 Considerações finais

Com base nas análises realizadas neste trabalho, destaca-se a relevância do entendimento das questões ambientais que acontecem no nível organizacional, bem como a relação das mesmas com os custos e benefícios relacionados.

Um ponto que restou evidente quando da realização do trabalho na empresa estudada é a relação das técnicas ambientais com os custos operacionais ambientais da empresa. Essa relação ficou evidenciada com clareza no caso do arame, onde a adoção de práticas de produção mais limpa influenciou diretamente na redução do custo de produção. Destaca-se que tal fato se deveu aos benefícios decorrentes da introdução das melhorias, aliado ao fato de a empresa praticamente não ter necessitado desembolsar valores para tanto.

A análise benefício-custo, sem dúvida, pode ser considerada como um fator relevante nas análises apresentadas neste trabalho. Como resultado das análises realizadas em quatro casos, restou evidente a quantificação dos benefícios em montantes superiores aos custos inerentes, caracterizando a viabilidade e a relevância da introdução e manutenção das alterações analisadas. Nesse sentido, o entendimento e a posterior quantificação dos valores tangíveis que decorrem da gestão ambiental na empresa estudada proporcionaram a estruturação de análises relativas à decisão acerca da relevância da realização de investimentos na área ambiental, bem como a identificação daqueles com um índice de benefício-custo maior do que outros. Entretanto, apesar de os quatro casos analisados evidenciarem IBC distintos, os mesmos apontaram pela viabilidade da implantação e manutenção dos quatro casos estudados.

Com relação à gestão dos custos operacionais ambientais, restou evidenciada a relação direta da técnica de produção mais limpa com a redução dos mesmos. Tal fato se deve em função das premissas inerentes à P+L, que considera os resíduos apresentados pela empresa como sendo matéria prima adquirida que não foi transformada em produto final. Dessa forma, quanto menor o volume de resíduos apresentado pela empresa, menores serão os custos referentes ao tratamento e à disposição dos resíduos. Além disso, em função de as técnicas de P+L nem sempre necessitarem de investimentos financeiros por parte da empresa, a operacionalização da mesma apresenta benefícios consideravelmente superiores aos custos associados, como apresentado no caso do arame apresentado neste trabalho.

Ressalta-se, ainda, apesar de os mesmos não terem sido considerados neste trabalho, a existência de valores intangíveis em todos os eventos que permeiam as questões ambientais no ambiente organizacional, os quais podem impactar nos custos operacionais ambientais.

Ao analisar o trabalho de maneira global, considera-se que as informações apresentadas pelo mesmo se configuram em elementos relevantes para a gestão empresarial, onde as variáveis de cunho ambiental existentes podem ser analisadas, quantificadas e comparadas, podendo-se decidir pela viabilidade e adequação dos elementos com base em critérios técnicos e estruturados.

Referências

BARBIERI, José Carlos. **Gestão Ambiental Empresarial: conceitos, Modelos e instrumentos**. São Paulo: Saraiva, 2004.

BEN, Fernando. **Modelo Econômico de Gestão Ambiental – MEGA**. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UFRGS, Porto Alegre, 2007.

Centro Nacional de Tecnologias Limpas (CNTL). **Manual de questões ambientais e produção mais limpa**. Curso de Formação de Consultores em Produção mais Limpa. 2003.

HANSEN, Don R., MOWEN, Maryanne M. **Gestão de Custos – Contabilidade e Controle**. São Paulo: Pioneira Thompson Learning, 2001.

HUARNG, F., HORNG, C. & CHEN, C. **A study of ISO 9000 process, motivation and performance**. Total Quality Management, vol. 10, no 7, p. 1009-1025, 1999.

KRAEMER, Tânia Henke. **Modelo Econômico de Controle e Avaliação de Impactos Ambientais – MECAIA**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, 2002.

LERÍPIO, Alexandre de Avila. **GAIA – Um Método de Gerenciamento de Aspectos e Impactos Ambientais**. Tese (Doutorado em Engenharia da Produção) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Produção, UFSC, Florianópolis, 2001.

VICKERS, I. and CORDEY-HAYES, M. **Cleaner production and organizational learning**. Technology Analysis & Strategic Management, vol. 11, Iss 1, p. 75, 1999.